

Режими роботи аерозольтранспортної лінії лушпиння вівса

Дмитрук Є.А., доктор технічних наук; Шаран А.В., кандидат технічних наук;
 Романенко О.П., Харченко Є.І., Національний університет харчових технологій
 Костенко Н.Ф., технічний директор ВАТ «Луганськмлин»

Розвиток науки і технологій, а також сьгоднішні економічні реалії вимагають від вітчизняних підприємств зернопереробної галузі активного впровадження нових ресурсозощаджуючих технічних рішень. Одним з напрямків підвищення ефективності виробництва можна вважати впровадження пневматичного переміщення сипких продуктів за їхніх високих концентрацій - аерозольтранспорту.

Як позитивний приклад, що характеризує зрушення в даному напрямку, можна навести ВАТ «Луганськмлин». На даному підприємстві нами було розраховано, спроектовано та введено в експлуатацію аерозольтранспортну лінію переміщення лушпиння круп'яних культур із крупоцеху до елеватора з подальшим використанням як паливо для власної котельної. Потрібно зазначити, що до введення в дію даної лінії підприємство використовувало для цих цілей механічний та автомобільний транспорт, що спричиняло значні технічні труднощі, незручності та витрати.

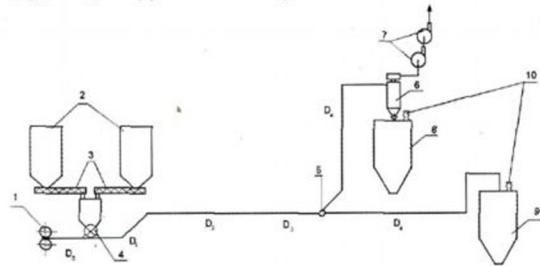


Рис. 1. Аерозольтранспортуюча лінія лушпиння:
 1 - роторна повітродувка; 2 - живильні бункери; 3 - шнекові живильники;
 4 - шлюзовий живильник; 5 - перемикаючий двопозиційний клапан; 6 -
 циклон-розвантажувач; 7 - вентилятори високого тиску; 8 - силос елеватора;
 9 - бункер комбикормового заводу; 10 - фільтрувальні рукави

Схема спроектованої установки наведена на рис. 1. Як джерело тиску використано повітродувну машину ВР-55, продуктопровід спроектовано зі змінним діаметром (D_1, D_2, D_3, D_4) при його збільшенні в напрямку руху продукту. Дане рішення застосоване з метою уникнення втрат енергії при збільшенні швидкості повітря за рахунок його розширення при зниженні ступеня стиснення.

Загальна довжина найбільш протяжної ділянки завантаження силосу елеватора складає 370 м. Середня продуктивність установки становить 2 т/год. за лушпинням вівса. За нормальних режимів роботи використовується лише повітродувна машина. У випадку завалу лінії при «шліфуванні» матеріалопроводів передбачено додаткове використання одного або двох вентиляторів високого тиску.

Розрахунки та теоретичне обґрунтування режимів роботи системи здійснювалися згідно з рекомендаціями [1, 2]. Проте, відомо, що реальні режими та показники ефективності роботи лінії при її експлуатації можуть значно відрізнятися від розрахункових. До того ж, певні параметри, як от величина втрат повітря через живильник, з літературних джерел практично невідомі. Проте, вони значно впливають на ефективність роботи системи.

Тому після вводу лінії в експлуатацію нами було поставлено за мету з'ясувати фактичні режими її роботи. Для цього були проведені заміри аеродинамічних характеристик лінії.

Насамперед, нами було поставлено задачу з'ясувати величину фактичних питомих втрат тиску на переміщення матеріалу на 1 м довжини лінії та порівняти її з розрахунковим значенням, яке використовувалося при проектуванні. Для розрахунку питомих втрат тиску ΔN_m нами використовувалася формула, виведена А.Я. Малісом [1] для аерозольтранспортуювання висівок:

$$\Delta H_m = 1,85 \cdot V^{0,79} \cdot \mu^{1,3} \cdot \frac{\text{Па}}{\text{м}}$$

де V - швидкість повітря на ділянці, м/с;
 μ - вагова концентрація матеріалу.

Для визначення шуканої величини розрахуємо швидкість повітря та вагову концентрацію матеріалу на обраній ділянці траси довжиною $l = 83,5$ м. Згідно з проведеними замірами, середній динамічний тиск повітря становить $H_{\text{дин.сер.}} = 625$ Па. Звідси за відомою формулою знаходимо середню швидкість $V_{\text{сер.}}$:

$$V_{\text{сер.}} = 1,29 \sqrt{H_{\text{дин.сер.}}} = 32,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Знайдемо кінцеву швидкість повітря на ділянці $V_{\text{кін}}$ за формулою:

$$V_{\text{кін}} = \frac{V_{\text{сер.}} \cdot (101,4 + P_{\text{м.п.}})}{101,4} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

де $P_{\text{м.п.}}$ - тиск у матеріалопроводі, кПа (за результатами замірів становить 13 кПа). Звідси:

$$V_{\text{кін}} = \frac{32,3 \cdot (101,4 + 13)}{101,4} = 36,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Причому потрібно відзначити, що розрахункове значення кінцевої швидкості незначно різниться від фактично визначеного, величина якого становить 35,5 м/с.

Для знаходження масової концентрації μ використаємо відомі величини масових витрат матеріалу $G_m = 2087$ кг/год. та повітря $G_p = 1310$ кг/год.:

$$\mu = \frac{G_m}{G_p} = \frac{2087}{1310} = 1,59$$

Таким чином, знайдемо питомі втрати тиску на переміщення матеріалу:

$$\Delta H_m = 1,85 \cdot 36,4^{0,79} \cdot 1,59^{1,3} = 57,9 \frac{\text{Па}}{\text{м}}$$

Для знаходження фактичних питомих втрат тиску $\Delta H_{\text{м.факт}}$ використаємо загальні втрати тиску P (згідно з вимірюваннями, становлять 5000 Па) в матеріалопроводі довжиною $l = 83,5$ м:

$$\Delta H_{\text{м.факт}} = \frac{P}{l} = \frac{5000}{83,5} = 59,8 \frac{\text{Па}}{\text{м}}$$

Таким чином, встановлено, що розрахункові та фактичні дані різняться незначно. Тобто для розрахунку аерозоль-транспортних мереж доцільно використовувати формули, запропоновані А.Я. Малісом.

Другою, не менш важливою задачею нами було прийнято визначення фактичних втрат повітря через нещільності шлюзового живильника. Ця величина має значний вплив на ефективну роботу системи, її неврахування в розрахунках може призвести до значних відмінностей фактичних режимів ро-

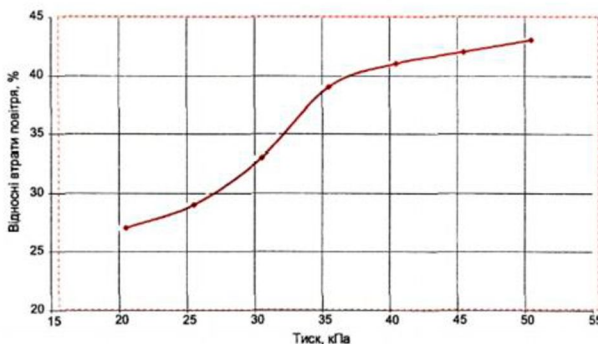


Рис. 2. Залежність відносних втрат повітря через нещільності шлюзового живильника від величини створюваного тиску

боти від розрахункових. Для вирішення поставленої задачі нами вимірювалися витрати повітря до та після живильника при різних значеннях тиску повітря в матеріалопроводі та перераховувалися для приведення до нормальних умов. Результати визначень наведено на рис. 2 у вигляді графічної залежності між відносними втратами повітря та тиском, що створювався в живильнику.

З графіку видно, що фактичні втрати повітря при величинах тиску, що відповідають реальному експлуатаційному режиму лінії (30-35 кПа), становлять близько 35%. Тобто при проектуванні аерозоль-транспортуючих ліній і виборі повітродувної машини необхідно враховувати значення цієї величини.

Відомо [3], що ступінь герметичності обладнання можна оцінити за коефіцієнтом аеродинамічного опору машини K , який, у свою чергу, залежить від сумарної площі її нещільностей F_n .

Площу нещільностей F_n можна визначити, виходячи з кількості повітря Q_n , яка через них проходить, та його швидкості V_n з відомої залежності:

$$F_n = \frac{Q_n}{V_n}, \text{м}^2$$

Як було встановлено вище, загальна кількість повітря лінії становить 1310 кг/год. Врахувавши, що через нещільності втрачається 38% повітря при тиску 35 кПа, а також густину повітря ($1,2$ кг/м³), визначимо кількість повітря, яка втрачається через нещільності живильника в одиницю часу Q_n :

$$Q_n = 0,38 \cdot \frac{1310}{1,2} = 414,8 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Швидкість повітря в нещільностях визначимо за формулою згідно з джерелом [3]:

$$V_n = 0,84 \cdot \sqrt{H_m} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Оскільки прийнятий для розрахунку робочий тиск у живильнику становить 35 кПа, знайдемо шукану величину:

$$V_n = 0,84 \cdot \sqrt{35000} = 157,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Звідси площа нещільностей становить:

$$F_n = \frac{414,8}{157,2 \cdot 3600} = 7,3 \cdot 10^{-4} \text{м}^2$$

За знайденими значеннями визначимо коефіцієнт аеродинамічного опору живильника згідно з рекомендаціями [3]:

$$K = \frac{1,44}{F_n^2} = \frac{1,44}{7,3 \cdot 10^{-4}} = 2681564$$

Велике значення коефіцієнта аеродинамічного опору свідчить про високу ступінь герметичності обладнання згідно з прийнятою класифікацією [3]. Та, незважаючи на це, вважаємо за доцільне рекомендувати при проектуванні аерозоль-транспортуючих ліній використання в пневмоприймачах двохетапного послідовного встановлення шлюзових живильників.

Наостанок потрібно відзначити, що нами також розрахована питома величина витрати електроенергії на переміщення 1 кг лушпиння на відстань 1 м. Ця величина для даної лінії становить 0,02 Вт/кг-м, що, на нашу думку, є досить енергоощаджущим режимом роботи, адже на привід повітродувки за даних умов витрачається лише 15,2 кВт електроенергії за годину.

Таким чином, ми рекомендуємо підприємствам зернопереробної галузі широко впроваджувати для переміщення на значні відстані лушпиння та висівки саме аерозоль-транспортуючі лінії, враховуючи при цьому можливості й особливості реальних режимів їхньої роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маліс А.Я. Пневматический транспорт сыпучих материалов при высоких концентрациях. - М.: «Машиностроение», 1969. - 177 с.
2. Зуев Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях. - М.: «Колос», 1976. - 344 с.
3. Дмитрук Е.А. Борьба с пылью на комбикормовых заводах. - М.: «Агропромиздат», 1987. - 85 с.